

DOI 10.21178/160524.318

УДК 630*1

Определение показателей оценки риска увеличения частоты вспышек массового размножения вредных организмов в лесах, вызванных климатическими изменениями

© А.О. Сорока^{1,2*}, И.С. Недбаев^{1,3}, Е.И. Семёнова^{1,2}

¹Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт лесного хозяйства,
Институтский пр-кт, 21, 194021, Санкт-Петербург, Россия

²Санкт-Петербургский лесотехнический университет им. С. М. Кирова, Институтский пер., д. 5,
194021, Санкт-Петербург, Россия

³Санкт-Петербургский государственный университет,
Университетская наб., д. 7–9, 199034, Санкт-Петербург, Россия

В статье предложены показатели, позволяющие оценить риск увеличения частоты вспышек вредителей и болезней леса в условиях изменения климата. Показатели отражают прогнозируемые и ретроспективные значения климатических факторов (соотношение тепла и влаги, выраженное через гидротермический коэффициент Селянинова), а также данные по площади очагов вредных организмов за прошедший период. Комплексная оценка приведенных факторов позволит определить уровень опасности данного риска на региональном уровне.

The article proposes indicators for assessing the risk of increased frequency of forest pest and disease outbreaks under climate change conditions. The indicators reflect the forecast and retrospective values of climatic factors (the ratio of heat and moisture expressed through the Selyaninov hydrothermal coefficient), as well as data on the area of pest outbreaks over the past period. The integrated assessment of these factors will allow to determine the degree of danger of this risk at the regional level.

Исследование воздействия климатических изменений на леса является одной из приоритетных задач для лесохозяйственной отрасли страны. По данным многолетних исследований, в лесах мира происходят значительные изменения и, по прогнозным оценкам, воздействие будет только усиливаться. Все это говорит о необходимости искать эффективные подходы к оценке климатических рисков для лесного хозяйства [1].

Для разработки согласованной и эффективной политики государства в отношении лесного хозяйства и его адаптации к климатическим изменениям, необходимо разработать показатели оценки климатических рисков. В рамках текущего исследования предложены показатели для оценки риска увеличения частоты вспышек вредных организмов в лесах.

Потепление климата будет способствовать аномальному распространению вредных организмов, в том числе в регионах, где они раньше не встречались. Исследователи со всего мира отмечают рост активности вредителей и болезней леса, увеличение их ареалов, а также появление инвазивных видов вредных организмов, которые могут привести к тяжелым последствиям для лесов [2].

В масштабах планеты к существенному увеличению интенсивности поражения лесов вредителями приводит совокупное действие трех факторов: рост климатической приспособляемости вредоносных видов, перемещение вредителей на новые места

обитания вследствие расширения торговли и способность вредителей адаптироваться благодаря широкому выбору деревьев-носителей. Помимо усиления этих факторов риска, тяжесть последствий от появления новых вредных организмов усугубляет то обстоятельство, что интродуцированные вредители зачастую приживаются там, где отсутствует обычный набор естественных врагов, сдерживающих их распространение. При этом под угрозой попадает генетическое разнообразие лесной популяции флоры и фауны.

Одними из климатических факторов, значительно влияющими на риски размножения вредителей и болезней леса, является изменение температуры и влажности, в первую очередь – засуха. Засухи наиболее часто по сравнению с другими климатическими факторами приводят к выходу популяции насекомого из состояния стабильности, приводя к росту его плодовитости, выживаемости, снижению эффективности естественных врагов и биологической устойчивости насаждений [3]. Исследования показывают [4], что для юга Европейской части России выявленные тренды динамики размножения тепло- и сухолюбивых видов (таких как златогузка, непарный шелкопряд) связаны с ухудшением гидротермических условий. С конца прошлого века произошло изменение зоны очагового распространения наиболее опасных насекомых, просматривается тенденция сдвигания ареалов вредителей в северном и восточном направлении.

Засушливая погода способствует размножению вредителей леса [5]. Засуха с мая по июль создает благоприятные условия для весенне-летней группы листо- и хвоегрызущих вредителей. Засушливая погода июля–сентября создает благоприятные условия для развития вредителей, питающихся в эти месяцы. Вспышка массового размножения после засухи может наиболее быстро реализоваться у вредителей с двойной генерацией (обыкновенный и желтоватый сосновые пилильщики), которые могут нанести первые сильные повреждения уже через 1,5 года, несколько медленнее у вредителей с однолетней генерацией и растянутым периодом личиночной стадии (до 3-4 лет).

Одним из последствий засухи является ослабление древостоя, что может приводить к частичной гибели деревьев и увеличивать уязвимость к воздействию вредителей. Вспышки насекомых и болезней леса, возникающие вследствие неблагоприятной климатической обстановки, может вызвать серьезные изменения в структуре смертности насаждений и, как следствие, изменить функционирование и динамику экосистемы [6].

В таблице 1 представлены показатели, характеризующие риск увеличения частоты вспышек вредных организмов. Критериями оценки в данном случае выступают как факторы климата (изменение соотношения температуры и влажности, выраженные гидротермическим коэффициентом), так и статистические лесохозяйственные показатели, отражающие подверженность территории данному риску и его интенсивность воздействия. Показатели следует рассчитывать на основании многолетних наблюдений (не менее 10 лет), для составления объективной картины о текущем уровне риска.

Таблица 1

Значения показателей оценки риска увеличения частоты вспышек массового размножения вредных организмов в лесах, по уровням опасности

Показатель риска	Уровень опасности			
	Чрезвычайно опасный	Весьма опасный	Опасный	Умеренно-опасный
Сумма значений прогнозируемого изменения ГТК Селянинова и климатической нормы (не менее 30 лет), ед.	0-0,4 Более 2	0,5-0,7	0,8-1	1,1-1,3

Относительная площадь очагов вредных организмов от площади лесов субъекта, %	Более 20	10-19,9	2-9,9	0,5-1,9
Процент повторяемости вспышек массового размножения вредных организмов на территории более 0,5 % от площади лесных земель, %	61-100	41-60	20-40	Менее 20

Комплексным показателем, отражающим соотношение температуры и влажности, является гидротермический коэффициент Селянинова. Расчет гидротермического коэффициента Селянинова проводится за период активной вегетации растений (период, при температуре воздуха более 10 °С), и отражает соотношение тепла и влаги за исследуемый период. Разной степени увлажнения соответствуют следующие градации гидротермического коэффициента, по Г.Т. Селянину: $ГТК < 0,4$ – очень сильная засуха; $0,5 \leq ГТК < 0,7$ – средне засушливо; $0,7 \leq ГТК \leq 1,0$ – недостаточно влажно; $1,0 \leq ГТК \leq 1,3$ – слабо засушливая, $1,4 < ГТК \leq 2,0$ – достаточно влажно; $ГТК > 2,0$ – переувлажнено. Таким образом, можно выделить пороговые значения для лесных экосистем бореальной зоны, где выход за оптимальный уровень увлажнения будет негативно сказываться на фитосанитарном состоянии.

По прогнозным данным на середину текущего столетия (прогнозы главной геофизической обсерватории имени А.И. Воейкова), изменение значения гидротермического коэффициента Селянинова будет наблюдаться на территории всей страны. В среднем, изменения незначительные (в пределах $\pm 0,01$), но в ряде субъектов ожидается сильное повышение (на +0,3), либо снижение данного показателя (на -0,2). Прогнозируемые изменения следует учитывать при оценке климатического риска. Это можно сделать путем суммирования расчетных значений прогнозного показателя и настоящей климатической нормы (среднее значение показателя за последний тридцатилетний период).

Масштабы воздействия вспышек вредных организмов на леса субъекта РФ отражает показатель относительной площади очагов вредных организмов к общей площади лесов субъекта, выраженный в процентах. Данный показатель имеет значительный разброс как от субъекта к субъекту, там и во времени на территории одного региона. По ранее проведенным расчетам ФБУ «СПбНИИЛХ», данный риск может изменяться от 0% до 68% (Краснодарский край), в среднем достигая значения 2,8 % за период наблюдений. По литературным источникам [3], представлена шкала, где 20 % и более – чрезвычайно опасный уровень, менее 2 – умеренный, что, в целом, согласуется с проведенными ранее исследованиями.

Последний показатель характеризует повторяемость вспышек массового размножения вредных организмов в лесах на территории, выраженный в отношении количества лет, когда фиксировались вспышки массового размножения вредных организмов, отнесенные к опасному уровню, ко всему периоду наблюдений.

Разработанные показатели оценки риска увеличения частоты вспышек массового размножения вредных организмов в лесах могут быть использованы на региональном уровне при планировании мероприятий по адаптации к изменениям климата в субъектах Российской Федерации.

*E-mail автора для переписки: a.soroka@spb-niilh.ru

Литература

1. Константинов, А.В. Сценарный подход к адаптации лесных экосистем российской федерации в условиях изменений климата / А.В. Константинов // Известия Российской академии

наук. Серия географическая. – 2023. – Т. 87, № 4. – С. 558–567. – DOI 10.31857/S2587556623040039.

2. Vindstad, O.P.L. et al. Can novel pest outbreaks drive ecosystem transitions in northern-boreal birch forest? // *Journal of Ecology*. – 2019. – Т. 107, № 3. – С. 1141-1153.

3. Лямцев, Н.И. Методы прогнозирования угрозы вспышек массового размножения хозяйственно опасных лесных насекомых : текстовое электронное издание / Н.И. Лямцев. – Пушкино : ВНИИЛМ, 2023. – 62 с.

4. Лямцев, Н.И. Влияние изменения климата на распространение очагов хвое- и листогрызущих насекомых / Н.И. Лямцев // *Труды Санкт-Петербургского НИИ лесного хозяйства*. – 2011. – № 1 (24), Ч. 1. – С. 247–251.

5. Тимченко, Г.А. Справочник по защите леса от вредителей и болезней / Г.А. Тимченко, И.Д. Авраменко, Н.М. Завада [и др]. – Курск : Урожай, 1988. – 224 с.

6. De Grandpré, L. et al. Adverse climatic periods precede and amplify defoliator-induced tree mortality in eastern boreal North America // *Journal of Ecology*. – 2019. – Т. 107, № 1. – С. 452-467.